氏　　　　名	**古　崎　広　志**
学 位 の 種 類	博　　　士（理　　学）
学 位 記 番 号	第 4822 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当者
学 位 論 文 名	**Classification of Cohomogeneity-One Objects** **(コホモジニティ・ワン オブジェクトの分類)**
論文審査委員	主査　教　授　石　原　秀　樹　　副査　教　授　糸　山　　　浩 副査　助教授　中　尾　憲　一

論 文 内 容 の 要 旨

近年、統一理論や宇宙論に関連し、拡がりを持つ物体が注目を集めている。宇宙ひもやドメインウォールのなど、ゲージ対称性の自発的対称性により現れる位相欠陥や、ブレーン宇宙モデルにおけるブレーンがその典型である。拡がりを持つ物体の軌跡には、運動方程式の解に応じて、多様なものが存在する。それらのうち、（微分幾何学的な）対称性を持つものは重要である。

本論文では、コホモジニティ・ワンと呼ばれる対称性を持つ物体（以下、コホモジニティ・ワン オブジエクトと呼ぶ）について研究した。ここで、物体がコホモジニティ・ワンの対称性を持つとは、物体の軌跡（時空多様体に埋め込まれた部分多様体である）が、等長変換群の部分群が張る軌道による葉層構造を持つ場合をいう。コホモジニティ・ワン オブジェクトは、時空多様体の等長変換群からある決まった次元の軌道を張る部分群に基づいて構成される。したがって対称性の高い、すなわち等長変換群の次元が大きい時空では、そのような部分群の取り方に自由度がある。これに応じて、様々なコホモジニティ・ワン オブジェクトが構成できる。本論文では、４次元のミンコフスキー時空を背景時空にとり、その中でコホモジニテイ・ワン ストリングとコホモジニティ・ワン メンブレインがどれだけあるのか分類した。ただし、等長変換により互いに移りあうことのできる軌道は幾何学的に同値であり、それらを区別する必要がないことに注意する。

コホモジニティ･ワン ストリングの場合､ストリングの軌跡は１次元の軌道による葉層構造を持つ｡我々は、キリングベクトルを分類し同値類全体が７つの１-パラメータ族に分割できることが分かった。

コホモジニティ・ワン メンブレインの場合、軌跡は２次元の軌道による葉層構造を持つ。２次元の軌道を張る等長変換群には、２次元のものと３次元のものがある。２次元の等長変換群の場合、キリングベクトルのなす２次元部分代数を分類した結果、同値類全体が１つの孤立点、１つの 2-パラメータ族および７つの 1-パラメータ族に分割できることが分かった。３次元の等長変換群の場合、キリングベクトルのなす３次元部分代数を分類した。その結果、同値類全体が７つの孤立点からなることが分かった。３次元等長変換群により張られる２次元軌道は定曲率空間である。平面、双曲面、球面など典型的であるが、そのような自明な軌道以外に２つの非自明な軌道が得られた。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

宇宙物理では様々なスケールにおいて､線状や面状に広がりをもった相対論的物体が研究の対象になっている。弦理論の基礎要素である基本弦を始め、多くのブレイン解、また、宇宙初期における真空の相転移で形成されると考えられている位相欠陥などが、その例である。それらの中で、幾何学的な対称性を備えた物体は、対称性が時間的対称性ならば､その物体は定常状態にあり､時間発展の最終状態としての重要性をもつ。また、

対称性が空間的対称性ならば、一様性や等方性をもった系として、単純化されたモデルを作るうえで有用である。本論文は、幾何学的な対称性を備えた広がりをもつ物体の研究の基礎として、その分類を試みている。

時空中を運動する物体の軌道である n 次元超曲面の (n-1) 次元部分空間に、時空の等長変換群の部分群が推移的に作用しているような物体をコホモジニティ・ワン オブジェクトと呼ぶ。本論文は、対称性を備えた広がりをもつ物体として、コホモジニティ・ワン オブジェクトに注目し、それらを幾何学的な対称性の観点から分類する方法を提示している。

具体的に、まず、ミンコフスキー時空に埋め込まれた、線状のコホモジニティ・ワン ストリングの分類がなされている。そのために、時空の等長変換群を生成するキリングベクトルが、それに等長変換群が作用したときの軌道を同一視することによって分類されている。結果として、ミンコフスキー時空では、キリングベクトルは7つの族に分類され、それぞれの族に対してコホモジニティ・ワン ストリングが存在することが示された。また、それぞれの族に対して、南部 - 後藤ストリングの運動方程式が３次元空間における測地線方程式に帰着されることが示され、その一例として、定常回転しているストリングの一般解が求められている。

次に、ミンコフスキー時空に埋め込まれた、面状物体であるコホモジニティ・ワン メンブレンの分類がなされている。そのために、部分代数をなすキリンクベクトルが、接ベクトル空間を張るような２次元面が分類されている。結果として、２次元定曲率空間から構成されるメンブレンは６つに分類されることが明らかにされ、そのうちのひとつは非自明な配位をとることが例示されている。また、２次元一様面から構成されるメンブレンは、１２の族に分類されることが示された。

本論文で得られた結果は、新しい知見を含むとともに、宇宙の位相欠陥の研究やブレイン宇宙モデルの構築にたいして、広い応用をもつ。ゆえに、本論文は、この分野の発展に大きく寄与するものと考えられる。よって、本論文の著者は博士（理学）の学位を授与されるに値するものと審査した。